(Aus dem anatomischen Institut in Kiel.)

Untersuchungen über die Horngebilde der Säugethierhaut.

Von

Friedrich Reinke,

Assistent am anatomischen Institut in Kiel.

I.

Ueber den Haarwechsel und die Unna'sche Lehre vom „Beethaar“.

Hierzu Tafel XI.

Seitdem Henle¹⁾ in einfacher Weise den Unterschied zwischen Haarknopf und Haarkolben dahin präcisirte, dass jener die Wurzel des gewaltsam von seiner Papille entfernten, dieser dagegen das Ende der auf natürlichem Wege zum Balge hinausgestossenen sei, sind mehrfach Versuche gemacht worden, das Kolbenhaar oder, wie man wohl besser sagt, die „Vollwurzel“ nicht als einfach abgestorbenes Gebilde zu bezeichnen, sondern derselben ein eignes Wachsthum zu vindiciren. Götte²⁾ war es, der diesem Gedanken zuerst Ausdruck verlieh, indem er zwei verschiedene Sorten Haare aufstellte, deren Entwicklung zwei ganz verschiedene Ausgangspunkte haben sollte. Das eine Haar, „Papillenhaar“, wüchse von der im Grunde des Haarbalges stehenden Papille empor, das andre, dem er den Namen „Schalthaar“ giebt, entstände weiter oben aus der äussern Wurzelscheide. Spätere Untersuchungen zeigten jedoch die Unhaltbarkeit dieser Lehre. Durch Reste der innern Wurzelscheide, sowie durch das höher hinauf im Schaft vorhandene Mark stellte sich das „Schalthaar“ als ein von der Papille gelöstes Pa-

1) Allgemeine Anatomie, p. 303 und Handbuch der Eingeweidelehre des Menschen, p. 23.

2) Archiv für mikroskopische Anatomie IV, p. 273, 1868.

pillenhaar heraus. Ueberraschender Weise nahm aber Unna¹⁾ diese überwundene Idee in geschickt modificirter Weise wieder auf, indem er nachzuweisen suchte, dass das Papillenhaar, nach Abstossung von der Papille, im Haarbalg emporsteige, sich dann aber mit seinem besenartig aufgefiederten Ende an einer ganz bestimmten „präformirten“ Stelle der äussern Wurzelscheide, unterhalb der Einmündung der Talgdrüsen, festsetze und von hier aus, durch Zuschuss der äusseren Wurzelscheide, als homogener Schaft, ohne Mark, ohne Cuticula fortwachse. Die präformirte Stelle unterhalb der Talgdrüsen nennt er „Haarbeet“, das von hier aus wachsende Haar „Beethaar“. Diese Transplantationstheorie fand eine getheilte Aufnahme. Während Schulin²⁾ mehr oder minder mit Unna übereinstimmte, bezeichnete von Ebner³⁾ das Beethaar“ als eine „unglückliche Erfindung“, doch liessen sich keine schlagende Gründe gegen dasselbe vorbringen. Waldeyer⁴⁾ hält „vor der Hand die Stimmung der meisten Anatomen der Unna'schen Lehre für nicht günstig“, will aber sein Urtheil vor weiteren Prüfungen nicht abgeben. Unna vertheidigte in einer zweiten Schrift⁵⁾ seine Ansicht mit bestechender Gewandtheit und weiss sie hauptsächlich durch folgende Gründe zu stützen, die ich mir wörtlich anzuführen erlaube:

„Erstens ist der direkte allmähliche Uebergang der Stachelzellen in den Beethaarschaft an feinen Schnitten ebenso genau zu verfolgen, wie an der Nagelmatrix der Uebergang von Stachel- in Nagelzellen. Ich nehme desshalb einen wirklichen Zuschuss zum Haare auch erst dort an, wo das letztere in die mittlere produktive Balgregion eintritt. Wo sich das aufsteigende Haar noch aufgestellten Stachelzellen gegenüber befindet, finde ich keinen direkten Uebergang, was sich besonders schön an den Vibrissen beobachten lässt. Ich kann also für den Menschen nicht das von Schulin hauptsächlich vom Ochsen demonstrirte, continuirliche Wandern der Einstrahlung in den Haarknopf von der Papille bis zum Haarbeet zugeben, sehe übrigens zwischen Schulin's Auffassung und der meinen keinen prinzipiellen Unterschied.“

1) Archiv f. mikr. Anatomie XII.

2) Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte Bd. II.

3) Wiener akad. Sitzungsberichte mathem.-naturw. Klasse 1876.

4) Atlas der menschlichen und thierischen Haare, p. 37.

5) v. Ziemssen's Handbuch der speciellen Pathologie u. Therapie 1883.

„Zweitens wandert körniges Pigment aus den Gefässen des Bindegewebsstranges in den Epithelfortsatz und in das Haarbeet, soweit kann und muss dasselbe vom Lymphstrom verschleppt sein. Da dasselbe aber von hier aus auch hoch in das Beethaar gelangt, müssen beim Fortfall weiterer Lymphwege die Stachelzellen des Balges zu Haarzellen geworden sein.“

„Viertens bildet eben das Haarbeet einen eigenen Haarschaft weit einfacherer Struktur, der sich auf das Schema des Papillenhaares in keiner Weise zurückführen lässt. Man hat sich freilich mit der Marklosigkeit dieser Haarschäfte immer einfach zu helfen gewusst, indem man annahm, die Papille bilde einmal Mark und bald darauf wieder keines, gleichsam ad libitum, doch muss ich solche Willkür durchaus ablehnen. Das Papillenhaar bildet immer Mark und die marklosen Haare sind keine Papillenhaare. Damit ist nicht ausgeschlossen, dass das Mark auch ganz umschriebenen Stellen im Papillenhaare fehlen kann, so an der Spitze und an den feinsten Lanugohärchen, an denen der Schaft noch nicht dick genug ist, um im Centrum überhaupt Mark zu bilden. Obige Aufstellung gilt jedoch für alle grösseren Körperhaare. Das Fehlen des Oberhäutchens am Beethaare konnte bisher deshalb übersehen werden, weil die Haarzellen selbst sich dachziegelförmig decken, übrigens nicht anders wie am Papillenhaar auch.“

„Fünftens ist die Zahl — worauf ich schon bei Aufstellung der Beethaare aufmerksam machte — an manchen Haarböden, besonders am Backenbart und Schnurrbart, bei üppigster Vegetation so gross, dass man sie unmöglich sämmtlich für Haare halten kann, die grade im Ausfallen begriffen sind, besonders da im Kopfhaar, wo der Haarausfall viel grösser ist, nicht entfernt soviel Beethaare vorkommen. Mähly, welcher den Wimperbestand genauer auf die Formen der Haarwurzel untersuchte, fand unter den 150 Cilien des obern Augenlides: 30 Papillenhaare, 15 Uebergangsformen und die enorme Anzahl von 105 Beethaaren, weshalb er das durchschnittliche Alter der Papillen zu 30, der Beethaare zu 105 Tagen berechnet, ein Resultat, welches mir sogar nicht allgemein gültig zu sein scheint. Ich fand an den Cilien junger Personen etwa nur den vierten bis fünften Theil aus Beethaaren bestehend, dagegen bei einer alten Person mehr als drei Viertel sämmtlicher Cilien. Hiernach möchte wohl Niemand die Bedeutung der Beethaare für unsern Haarbestand unterschätzen.“

Man sieht, dass Unna seine Theorie durch mancherlei Gründe zu stützen weiss, ohne jedoch einen entscheidenden Beweis für die Richtigkeit derselben zu liefern.

Nach unsern jetzigen Kenntnissen ist das Wachsthum eines epithelialen Organs proportional der Zahl der Zelltheilungen, und ihr Vorhandensein oder Fehlen ist ein sicherer Beweis für Wachsen oder Nichtwachsen. Flemming¹⁾ hatte schon mit seiner unten erwähnten Methode in der Keimschicht der Haut und den Matrizen des Haares massenhaft und, mehr vereinzelt, in der ganzen äussern Wurzelscheide in jeder Höhe des Haarbalgs, Mitosen nachweisen können.

Schon damals betonte er, dass es für die Unna'sche Lehre vom Beethaar von entscheidendem Interesse sein müsste, das Auftreten der Mitose im Haarbeet zu untersuchen, und Unna hat durch freundliche private Mittheilung anerkannt, dass eine Prüfung seiner Lehre auf diesem Wege wünschenswerth sei.

Auf diese Anregung unterzog ich mich der interessanten Aufgabe.

Hauptsächlich arbeitete ich mit der bekannten Flemming'schen Methode: Fixirung kleiner noch lebenswarmer Gewebestücke durch Chromosmiumessigsäure, Nachhärtung in Alkohol, Ueberfärbung der Schnitte mit Safranin oder Gentianaviolett, Entfärbung durch Alkohol der schwach mit Salzsäure angesäuert war und Montirung in Damarlack. Theilweise färbte ich auch mit der von Gran für Bacillenfärbung angegebenen Methode, wobei ich die Schnitte 12—24 Stunden in der Farblösung liegen liess, wobei die Resultate sicherer werden als bei der sonst üblichen kürzeren Zeit. Die Schnitte wurden einen Augenblick in Alkohol abgespült, 15 Minuten in eine ganz schwache Jodjodkaliumlösung gelegt, dann in absolutem Alkohol entfärbt. Doch wie mir scheinen will bietet diese Behandlung keine besonderen Vortheile. Sehr wichtig ist, dass die im Gemisch fixirten Gewebestücke sorgfältig ausgewaschen und nach der kurzen Nachhärtung in absolutem Alkohol schnell verbraucht werden. Zum bessern Eindringen des Gemisches bediente ich mich des von Flemming²⁾ zu diesem Zweck construirten Schüttelapparates.

1) „Monatshefte für praktische Dermatologie“ III. Bd., 1884, Nr. 5, p. 2.

2) Archiv f. mikr. Anatomie 1887.

Als Objekt für meine Untersuchungen, die natürlich ein reiches Material erforderten, wählte ich Hautpartien verschiedener Thiere, in denen ich die in Frage kommenden Kolbenhaare besonders zahlreich zu finden hoffte. Zunächst wählte ich das Unnasche Objekt, die Cilien, und zwar vom Schwein, vom Rind und die einer Ziege, sodann die Schnauzhaare vom Meerschweinchen und Kaninchen und zwar sowohl von jungen wie von ausgewachsenen Thieren und zu verschiedenen Zeiten des Jahres¹⁾.

Bei meinen Vorarbeiten hatte ich bemerkt, dass im Gegensatz zu den Spürhaaren der Katze und des Hundes, bei denen vom Meerschweinchen und Kaninchen sich häufig in der äussern Wurzelscheide Doppelhaare finden, gewöhnlich ein starkes und ein dünneres und kürzeres. Die genauere histologische Untersuchung zeigte, dass stets das feinere, kürzere ein junges Papillenhaar, das starke ein Haarkolben war, der mit seinem Kolben in einer Anschwellung der äussern Wurzelscheide sass. Also letzteres war ein „Beethaar“. Gleich hier will ich bemerken, dass dies Kolbenhaar an Länge und Stärke öfters von dem Papillenhaar vollständig erreicht wurde, ein Beweis für das lange Verweilen derselben im Balg. Nachträglich sehe ich, dass schon Bonnet²⁾ diese Thatsache kurz erwähnt hat.

Wegen der Grösse des Objekts hoffte ich hier auf besonders gute Resultate, und zog deshalb auch dieses in den Kreis meiner Untersuchung. Schliesslich benutzte ich die Schnauze eines Igels. Bei diesem Thier besteht die Eigenthümlichkeit, die Schöbl³⁾ richtig gesehen aber falsch gedeutet hat, dass fast alle Haare der Schnauze die Beethaarform zeigen, und man ordentlich nach Papillenhaaren suchen muss, so dass ich gewöhnlich 3—6 Kolbenhaare mit schön ausgebildetem „Haarbeet“ in jedem Schnitt fand.

Da die Mitosen schon bei 200facher Vergrösserung bequem gefunden werden können, so benutzte ich nur in zweifelhaften Fällen homogene Immersion und stärkere Vergrösserungen. Als Kriterium für die richtige und gelungene Anwendung der Methode diente mir die Auffindung der Theilungen in den Haarmatrizen

1) Einige der Präparate wurden von meinem Freunde, Herrn Dr. Bierhierselbst, angefertigt, der sie mir freundlichst zur Benutzung überliess.

2) Morpholog. Jahrbuch Bd. IV.

3) Archiv für mikroskop. Anatomie VII.

und der gesammten äussern Wurzelscheide, oft auch in dem subcutan vordringenden neuern Epithelfortsatz.

Trotz sorgfältiger Durchsuchung meiner Präparate, fand ich übereinstimmend bei allen Thieren eine so geringe Anzahl Theilungen in der Anschwellung der äussern Wurzelscheide, die nach Unna die Matrix seines „Beethaars“ bildet und die er als „Haarbeet“ bezeichnet, dass ich das Resultat meiner Untersuchung leider als negativ bezeichnen muss. Denn selbst wenn man ein ausserordentlich langsames Wachsen des „Beethaars“ annimmt, noch langsamer wie das des Nagels, so musste das Verhältniss zu den Kerntheilungen der sonstigen äussern Wurzelscheide doch so sein, dass im „Haarbeet“ sich durchschnittlich mehr zeigten wie in andern Partien. Nun ist aber nach meinen Präparaten grade das Gegentheil der Fall. Bei etwa 60 Schnitten durch „Haarbeete“ beim Kaninchen und Meerschweinchen fand ich auf etwa 100 Mitosen in der übrigen äussern Wurzelscheide 4 im Haarbeet. Bei Rind und Schwein ist das Verhältniss wie 20:1. Beim Igel noch bedeutend geringer.

Zum Vergleich erwähne ich, dass, wie auch Flemming¹⁾ am Meerschweinchen constatirte, die Mitosen in den Matrizen des Papillenhaares so massenhaft auftreten, dass in etwa 100 Schnitten durch den Haarknopf sich 300—400 Theilungsfiguren finden. Sodann beim Igel, der nicht ganz so produktiv wie das Meerschweinchen zu sein scheint, kommen immerhin auf 50 Schnitte gegen 200 Mitosen.

Somit erscheint mir die Annahme als ob von dieser Stelle aus ein Zuschuss zum Kolbenhaar erfolge, mindestens sehr zweifelhaft zu sein.

Ich begnügte mich nun aber mit diesem Resultate noch nicht, sondern suchte der Wahrheit noch auf andern Wegen näher zu kommen.

Ranvier²⁾ hatte die oben erwähnten Doppelhaare der Schnauze des Kaninchens rasirt, sowie die Haare an seinem eignen Handrücken abgeschnitten. Im ersten Falle bemerkte er, dass das eine Haar absolut stehen blieb, während das andere weiter wuchs. Im zweiten Fall blieben einige Haare ebenfalls stehen. Aus diesem

1) l. c.

2) Trait. techn. d'Hist. p. 895.

Experiment zog Ranvier den Schluss, dass, da das nicht weiter wachsende Haar ein „Beethaar“, diese Haarsorte nicht wüchse. Unna erklärt dies Experiment seinen Argumenten gegenüber für „bedeutungslos“, besonders da im Einzelfall der Nachweis, dass das eine Haar wirklich ein „Beethaar“ sei nicht erbracht wäre, auch ferner dasselbe schon gelockert hätte sein können. Zudem stellt er die Forderung, dass die Messungen längere Zeit hindurch fortgesetzt werden müssten, weil sein „Beethaar“ offenbar sehr langsam wachse.

Ich habe nun durch zahlreiche Untersuchungen festgestellt, dass das eine der Doppelhaare in der Schnäuze des Kaninchens stets ein Kolbenhaar ist, ferner habe ich mich überzeugt, dass das Kolbenhaar in den meisten Fällen durch das durchbrechende Papillenhaar keineswegs gelockert wird, da eine ziemliche Kraft dazu gehört ersteres herauszureissen und dann demselben meistens ein Stück der äussern Scheide folgt. Da ferner das Kolbenhaar sehr lange Zeit hindurch neben dem Papillenhaar sitzen bleibt, oft so lange, bis dieses die gleiche Länge und Stärke erreicht hat, so scheint mir dieses Objekt ausgezeichnet zu sein, um daran beweiskräftige Messungen vorzunehmen.

Im Ganzen beobachtete 12 abgeschnittene Kolbenhaare, durch einen Zeitraum von 8—14 Tagen. Ich wählte dabei solche Exemplare, bei denen das Papillenhaar mit seiner Spitze eben erst zum Balge herausgekommen war. Während ich nun bei meinen Messungen, die von 3 zu 3 Tagen erfolgten, das Papillenhaar 3 mm bis 8 mm gewachsen fand, blieb das Kolbenhaar absolut stehen. Einige Mal glaubte ich schon ein Wachsen des Kolbenhaares constatiren zu können, allein es stellte sich dann jedesmal heraus, dass dasselbe gelockert, sich zum Herausfallen anschickte und der Schaft ein Endchen zum Balge herausgetreten war.

Freilich steht diese Methode der ersteren an Feinheit weit nach; aber wenn ich sie auch deshalb nur nebenbei benutzte, so ist das Experiment doch zu schlagend, um hier nicht Erwähnung zu finden.

Zu diesen beiden Resultaten, die mit der Lehre vom „Beethaar“, d. h. dem Fortwachsen des Kolbenhaars im Widerspruch stehen, gesellt sich ein drittes, aber besonders wichtiges Argument, zu dessen näherer Erörterung ich auf die Begründung etwas genauer eingehen muss.

Zunächst eine kurze Bemerkung zu der Ansicht Unna's, dass der Pigmentgehalt des Kolbenhaares ein Beweis für sein Fortwachsen sei. Der Leser könnte vielleicht meinen, dass hier der Autor sich in einem Cirkel bewegt. Wenn das Wachsthum des Kolbenhaars sicher bewiesen wäre, so würde sein Raisonement richtig sein, dann müssten freilich die Stachelzellen das Pigment zuerst enthalten und, bei ihrer Entwicklung zu Haarzellen, dieses mit in den Schaft des Haares geschleppt haben. Doch glaube ich nicht, dass es Unna so gemeint hat. Wie aus einer andern Stelle hervorgeht nimmt er nämlich an, dass das Pigment der Haarrinde des Papillenhaares nicht in den Zellen, sondern ausserhalb derselben existirt. Vielleicht will er hier sagen, dass es sich beim Kolbenhaar im Gegensatz zum Papillenhaar in den Zellen findet. Auf alle Fälle ist dies Argument wohl nicht stichhaltig, da Waldeyer¹⁾ gezeigt hat, dass auch im untern Theil des Papillenhaars das Pigment in den Zellen selbst enthalten ist und erst durch die Metamorphose der Zellen zum Theil zwischen diese geräth.

Sodann sagt Unna, der Schaft des Kolbenhaares sei viel einfacher als der des Papillenhaares und lasse sich nicht auf das Schema des letzteren zurückführen, es fehle ihm Mark und Cuticula. Nun kann man sich aber leicht überzeugen, wie auch Waldeyer l. c. hervorhebt, dass im Papillenhaar, im letzten Stadium seiner Existenz, das Mark sehr häufig eine kürzere oder längere Strecke nicht vorhanden ist.

Ferner fehlt dem „Beethaar“ keineswegs die Cuticula, wie ich mich durch eingehende Untersuchung überzeugt habe. Schon v. Ebner²⁾ war durch einfache Betrachtung des Haarkolbenschaftes zu der Ansicht gekommen, dass dieser grade so gut eine Cuticula habe, wie der Schaft des Papillenhaares; allein er versäumte den Nachweis, dass das Schuppenbild des Kolbenhaares eine wirkliche Cuticula sei. Ein taktischer Fehler, den Unna dadurch sich zu Nutze machte, dass er erklärte, das Bild der Cuticula würde durch die äusserste Lage der Rindenzellen, die sich ebenfalls dachziegelartig deckten, hervorgerufen und dadurch eine Cuticula vorgetäuscht.

Bei den Igelhaaren fiel es mir auf, dass das Profil und die

1) Atlas der menschlichen und thierischen Haare p. 19.

2) Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften LXXIV. Bd., III. Abth. 1876.

Oberfläche der Kolbenhaare genau ebenso mit regelmässigen Zacken und Schuppen sich repräsentirten, wie die hier oft mark- und pigmentlosen Papillenhaare. Einmal aufmerksam geworden, sah ich dann ganz wie von Ebner l. c. das beschreibt, an allen andern Kolbenhaaren, auch z. B. an menschlichen Kopf- und Barthaaren, sowie, allerdings nicht so leicht, an den Cilien das bekannte Bild der Cuticula.

Ich untersuchte diesen, für die behandelte Frage so einschneidenden Punkt genauer, indem ich ausgerissene Cilien und Barthaare, die sich unter'm Mikroskop durch das bekannte helle Wurzelende, ohne Mark, mit aufgefiederten Kolben und theilweise mit ausgerissenem „Haarbeet“ als „Beethaare“ erwiesen, mit concentrirter Schwefelsäure bei 30°—40° Erwärmung behandelte. Dann wurden sie in Wasser besehen. Selbst an den Stellen der Cilien, die vor dieser Behandlung nichts von Cuticula verriethen, sah man jetzt eine ganz ausserordentlich deutliche und regelmässige Schuppenzeichnung, nur das aller unterste Ende über dem Kolben, etwa wie von Ebner meint $\frac{1}{2}$ mm lang, blieb meist ohne die charakteristische Zeichnung und waren hier nur einzelne oder wenn mehrere so doch unregelmässige Schüppchen zu sehen. Dies freie Ende, glaube ich, entspricht der Thatsache, dass die Cuticula eher von der Papille gelöst wird, wie die Rindensubstanz des Haares. Ferner zeigte sich, dass, während bei ganz oberflächlicher Einstellung die Cuticulazeichnung schön und deutlich zu sehen war, beim etwas tiefern Herabgehen mit der Schraube eine zweite Zeichnung darunter auftritt, die viel feiner und unregelmässiger wie die oberflächliche, auch ganz ungleichmässig über den Schaft verbreitet ist. Diese letztere halte ich bedingt durch einzelne vorspringende Zacken der ersten Rindenzellenschicht. Rollt man nun vorsichtig das Deckglas hin und her so gelingt es, wenn anders die Maceration den richtigen Grad erreicht hat, hie und da die Cuticula ein ganzes Stück im Zusammenhang von der Haarrinde zu lösen.

Dieser freigelegte Theil sieht dann im Ganzen, falls das Haar nicht zu stark macerirt war, so aus, wie die kurze, cuticulafreie Stelle am Kolben, also im Allgemeinen faserig, mitunter einige hervorspringende Schuppen erkennen lassend. Besonders deutlich werden aber diese Verhältnisse, wenn man die mit Schwefelsäure behandelten Haare noch mit einer sauren Lösung von Methylgrün

färbt. Dann zeigt sich der Fussheil der Cuticulazellen nur schwach, der übrige Theil intensiv grün gefärbt, während die Rindenfasernzellen bedeutend matter erscheinen.

An allen von mir untersuchten „Beethaaren“ konnte ich auf diese Weise eine wohl charakterisirte Cuticula nachweisen, die nicht mit der äussersten Zellschicht der Haarrinde verwechselt werden kann. Ich bemerke noch, dass bei den Barthaaren die Cuticula sich vom „hellen Wurzelende“ weit leichter zur Lösung bringen lässt, wie bei den Cilien, doch gelingt dies nach einigen Versuchen bei diesen auch.

Ich möchte nun nicht von vornherein leugnen, dass möglicher Weise hie und da alte Haare ohne Cuticula vorkommen, doch habe ich selbst eine derartige Beobachtung nicht gemacht. An manchen Haaren, an denen ich ohne Weiteres keine Cuticula hatte entdecken können, zeigte sich diese sehr deutlich bei Behandlung mit Schwefelsäure und Färbung mit saurem Methylgrün.

Wenn nun aber die Kolbenhaare eine wohl ausgebildete Cuticula besitzen, diese aber bekanntlich von einer eignen Matrix aus wächst, so ist damit ein Fortwachsen des Kolbenhaares, nach Ablösung von der Papille, nicht vereinbar; man müsste dann mit Schöbl¹⁾ auf den Einfall kommen, die Cuticula für eine unmittelbare Fortsetzung des Rete Malpighii zu halten.

Uebrigens ist es, wenn man nur Längsschnitte von menschlichen Kolbenhaaren vor Augen hat, leicht begreiflich, die Zacken der Cuticula für die einer äussersten Rindenschicht zu halten. Während nämlich beim Papillenhaar die pigmentlose Cuticula sich scharf von der dunkleren Rinde abhebt, geht beim hellen Ende des Kolbenhaars die Grenze so in einander über, dass man versucht sein könnte, die Zacken des Profils für eine äusserste Lage von Rindenzellen zu halten, was sie in der That nicht sind.

Die Lehre vom „Beethaar“ in der Form wie Unna sie aufgestellt hat ist also nicht haltbar. Dies ergibt sich aus dem Fehlen zahlreicher Mitosen im „Haarbeet“, aus dem Nichtwachsen abgeschnittener Kolbenhaare und aus dem Nachweis der Cuticula am Schaft des Kolbenhaares.

Darum möchte ich aber doch nicht ganz auf den alten Standpunkt zurückkehren, von dem aus das Kolbenhaar einfach als ein

1) l. c.

ausfallendes, für den Organismus nutzloses Gebilde angesehen wurde. Unna's unzweifelhaftes Verdienst ist es, durch seine Untersuchungen die Wichtigkeit desselben nachgewiesen zu haben. Denn einmal ist es ganz sicher, dass das Kolbenhaar im innern Zusammenhang mit der äusseren Wurzelscheide steht, da beim Herausreissen desselben, insofern es nicht überhaupt gelockert war, fast immer ein gutes Stück der Scheide mit herausgerissen wird. Sodann ist die Zahl der Kolbenhaare in den von Unna erwähnten Hautbezirken so gross und ihre Fixirung an einer ganz bestimmten Stelle dauert so auffallend lange, dass es unnatürlich erscheint, es als einfach ausfallend zu bezeichnen.

Für den Organismus ist vielmehr der Nutzen des Kolbenhaars in vieler Hinsicht grade so gross, wie der des Papillenhaares. Es schützt, es wärmt, es schmückt in derselben Weise wie dieses. Ja ich habe mich an Präparaten mit vergoldeten Nervenendigungen überzeugt, dass der Nervenring grade oberhalb des aufgefiederten Kolbens sitzt, so dass auch der Schaft des Kolbenhaars als Angriffspunkt für die Tasteindrücke dienen kann.

Während der Periode des Haarwechsels, so lange als das neu entstehende Papill Haar zu seinem Wachsthum braucht, um das alte Haar vollständig zu ersetzen, übernimmt dieses, in Gestalt des Kolbenhaars, die Funktionen des eigentlichen Haars, und diese Zeit kann z. B. bei den Cilien, besonders bei älteren Individuen, eine ausserordentlich lange sein. Es scheint mir daher die bisherige Darstellung der Lehrbücher, nur das Papill Haar als Haar katexochen zu beschreiben und das Kolbenhaar als Merkwürdigkeit nur so nebenbei abzubilden, den thatsächlichen Verhältnissen nicht völlig zu entsprechen. Ein ideales Bild des complicirten Organs würde ein solches sein, dass das Kolbenhaar in seiner spindelförmigen Anschwellung der äussern Wurzelscheide, in demselben Balg aber ein sich entwickelndes Papill Haar zur Anschauung brächte.

Darf ich jetzt noch kurz auf das Verhältniss des Kolbenhaars zur äussern Wurzelscheide eingehen, so muss ich die Unna'sche Darstellung des „Haarbeets“ insofern ganz richtig nennen, als das Kolbenhaar, nachdem es im Balg ein Ende weit, bis kurz unterhalb der Einmündungsstelle der Talgdrüsen, emporgerückt ist, mit seinem aufgefiederten Ende fest in einer spindelförmigen Anschwellung der äussern Scheide sitzt, deren Zellen sich zwischen die

auseinander gerückten Elemente des Kolbens schieben. v. Ebner¹⁾ und Schulin¹⁾ halten diese Anschwellung für eine Wirkung des *arrector pili*. Dem kann ich mich nicht unbedingt anschliessen. Freilich sieht man öfters eine mehr oder minder knopfförmige Ausbuchtung an der Insertionsstelle, die wohl durch die Wirkung des Muskels entstanden ist, und es kann, wenn grade das Papillenhaar das Kolbenhaar an die Seite der Scheide gedrängt hat, wo der Muskel inserirt, den Anschein gewinnen, als ob der Zug des Muskels besondern Einfluss hierauf ausgeübt hätte. Im Allgemeinen ist aber die Anschwellung durchaus eine gleichförmige Spindel, wie das Unna bereits an den Vibrissen, die keinen Muskel haben, nachgewiesen hat. Dasselbe kann ich von den Schnauzhaaren des Igels anführen.

Auf der andern Seite muss ich aber die Präformation der Anschwellung in Abrede stellen. Die Bildung scheint mir von den mechanischen Verhältnissen der äussern Scheide abzuhängen. Unna beschreibt und bildet sein „Haarbeet“ so ab, dass die Zellenrichtung eine zum Mittelpunkt der Spindel radiär gerichtete ist. Dies habe ich vielfach bestätigt gefunden, allein es scheint mir darin keinerlei Beweis für seine Ansicht zu liegen. Denn abgesehen davon, dass die Achsenrichtung der Zellen für die Wachstumsrichtung in der Keimschicht gewöhnlich eine umgekehrte ist, müsste doch jeder nachgiebige Hohlzylinder, dessen Bildungselemente senkrecht zu seiner Oberfläche stehen, durch Eintreibung eines todtten Körpers von der Form des Haarkolbens, so anschwellen, dass jene Elemente radiär zum Mittelpunkt des Kolbens sich stellten.

Allerdings scheinen mir die Verhältnisse beim Entstehen des „Haarbeets“ etwas complicirter zu sein, wie dieses Schema vermuthen lassen könnte. Um ein volles Verständniss für die Bildung desselben zu gewinnen, muss man auf den Haarwechsel zurückgehen. Dieser Process leitet sich ein mit einer mehr oder minder hochgradigen Atrophie der Papille, die wie es scheint an der Spitze, dem Boden der Matrixzellen des Markes, zuerst ihren Anfang nimmt, wodurch die Bildung dieses Theiles zunächst sistirt wird. Sodann nimmt die Rindensubstanz eine mehr wie bisher hervortretende streifige Beschaffenheit an; der erste Anfang der

1) l. c.

Auffiederung. Beim Igel geht dies, während das Haar noch auf der Papille sitzt, soweit, dass die Rindenfasern etwas über der Papille eine bauchige Auftreibung bilden. Weiter unten komme ich noch einmal hierauf zurück. Sei es nun selbständig, sei es wie mir scheinen will, mit durch den Druck der auffasernden Rindenelemente veranlasst, reissen die beiden Schichten der innern Scheide, sowie die Cuticula sich nacheinander von der untersten Schicht ihrer Matrix los, deren Reste auf der Papille sitzen bleiben. Etwas später, nachdem die innere Scheide oft schon ein Stückchen im Balge emporgestiegen ist, löst sich auch die Rinde, die jetzt der sie bisher noch zusammenhaltenden Schichten ledig, spröde auffiedert, und beginnt langsam im Hohlcylinder der äussern Wurzelscheide aufzusteigen. Das Wachsthum des Haars hört demnach auf mit dem Beginn der Atrophie der Papille sammt ihren ernährenden Blutgefässen, die Abstossung dagegen leitet sich dadurch ein, dass das Ende der Haarrinde sich bis auf eine Lage von Zellen in hornartige Fibrillen umwandelt, auf die ich im zweiten Abschnitt näher eingehe. Diese haben das Bestreben aufzufiedern und lösen dadurch die innere Scheide, sowie Cuticula und schliesslich sich selbst ab.

Man hat mehrfach über die treibenden Kräfte, die bei dem dann folgenden Emporsteigen des Haars wirksam sind, diskutirt. Während Stieda¹⁾ meint, durch Kämmen, Bürsten und andere mechanische Zerrungen werde dieser Effekt hervorgebracht, eine Ansicht, die durch die von Unna beschriebenen Verhältnisse in Ovarialcysten und am Embryo nicht ganz bestätigt wird, nehmen Wertheim²⁾ und Biesiadecki³⁾ an, dass das Haar durch eine von unten nach oben fortschreitende Contraction des Haarbalges fortgeschoben würde. Neuerdings hat Stöhr⁴⁾ die hie und da an menschlichen Haaren vorkommende Aufquellung der sogenannten homogenen Membran, die übrigens, wie Kölliker⁵⁾, Haight⁶⁾

1) Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv 1857, p. 526.

2) Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe d. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. L, Abth. I, Wien 1865.

3) Stricker's Handbuch.

4) Berichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. Bd. XX, Nr. 1. Neue Folge.

5) Gewebelehre.

6) Wiener akad. Sitzungsberichte 1868.

und besonders Bonnet¹⁾ gezeigt haben, diese Bezeichnung nicht verdient, für die Austreibung verantwortlich gemacht.

Nach meiner Meinung kommt Schulin l. c. dem Thatsächlichen am Nächsten. Freilich in etwas phantastischer Weise nimmt er an, dass „das Haar“, ähnlich wie Unna es meint, „nach Ablösung von der Papille noch weiter wachse, und zwar durch Wucherung und Verhornung seitens einer bestimmten Strecke des Haarbalgs, welche wandert“. Weiter fährt er dann fort: „Ein schiebendes Moment scheint mir hier, wie beim normalen Haarwachsthum nur in der Apposition des Keimlagers zu liegen, diese bewirkt ein absolutes in die Höherücken des Haares, wie es sonst auch geschieht, nur unterscheidet sich der hier apponirte Theil etwas von der gewöhnlichen Haarsubstanz: er entbehrt des Marks und gleicht mehr dem Gewebe des Nagels. Ganz verschieden davon ist aber das relative in die Höherücken des Haares, d. h. das seines untern Endes zur Hautoberfläche. Dieses geschieht durch das beschriebene Wandern der das Haarwachsthum besorgenden Strecke der äussern Wurzelscheide. Dieses Wandern, welches sich über die äussere Wurzelscheide, wie eine Welle über den Wasserspiegel, fortpflanzt, ist weder eine Folge nachweisbarer mechanischer Einflüsse, wie einer Contraction des Haarbalges, noch übt es einen Einfluss aus auf die Geschwindigkeit, mit der sich das Haar absolut in die Höhe bewegt, weil diese allein von der Wachstumsintensität an dem Ort abhängt, wo sich das Keimlager befindet.“

Aus meinen obigen Nachweisen geht hervor, dass an einem derartigen Wachsen des Kolbenhaars nicht festgehalten werden kann, und da durch die neuern Methoden gezeigt ist, dass in der ganzen äussern Wurzelscheide ein langsames aber durchaus gleichmässiges Wachsthum stattfindet, das nach der Mündung des Balges zu gerichtet ist, so ist jene „Welle“ in's Reich der Phantasie zurückzuweisen. Nach meiner Meinung erklärt sich der Vorgang in besserer Weise folgendermaassen: Wie ja Flemming l. c. gezeigt hat, findet überall in der äussern Wurzelscheide eine gleichmässige aber nur langsame Zellvermehrung statt. Der Ueberschuss der Zellen rückt sehr allmählich von unten nach oben, um schliesslich im Haarbalgtrichter, wo bekanntlich eine beträchtliche Horn-

1) Morphol. Jahrbuch Bd. IV.

schicht sich findet, zu verhornen und abgestossen zu werden. Löst sich nun das Haar von der Papille, so wird es mit seinem aufgefiederten Ende von den Zellen der äussern Scheide eingekeilt und mit diesen durch die Riffelfortsätze auf's Engste verbunden. Mit den höher rückenden Zellen der Scheide wird auch das Haar emporgetragen, bis es an eine Stelle im Balg kommt, wo eine Stauung stattfindet. Diese Stelle liegt dicht unter der Einmündung der Talgdrüsen, wo sich constant eine Einschnürung der äussern Scheide findet, um welche der Nervenring verläuft¹⁾.

Während der Schaft diesen Engpass ohne Weiteres passirt, ist für den aufgefiederten Kolben der Weg versperrt. Unterhalb dieser Stelle kommt es dann zu einer spindelförmigen Anschwellung, die genau dem Unna'schen „Haarbeet“ entspricht. Der Druck, den in Folge der Stauung die Zellen aufeinander ausüben, ist ihrer Produktivität nicht günstig, ja, wie ich beobachtet zu haben glaube, findet sogar zum Theil ein Absterben der Zellen in der nächsten Umgebung des Kolbens statt, während die prismatischen Randzellen vollkommen intakt bleiben und sogar ganz vereinzelte Theilungsfiguren zeigen.

Nach der auf diese Weise erfolgten Fixirung des Kolbenhaars tritt eine rückläufige Wachsthumsbewegung ein. Der Wurzelscheidencylinder ist hinter dem Kolbenhaar zusammengefallen und hat sich in einen soliden Epithelstrang umgewandelt. Doch blieb dieser stets im Zusammenhang mit dem Rest der Matrixzellen und der atrophischen Papille. Jetzt beginnt er gegen die Tiefe zu wuchern und treibt die sich wieder vergrössernde Papille vor sich her. Hier sieht man nun, wie auch Waldeyer²⁾ hervorhebt, zahlreichere Mitosen, besonders in dem Epithel der Papille, indem die Neubildung des Haares sich einleitet.

Diese selbst ist eine der interessantesten Fragen des Haarwechsels. Mit unsern unzulänglichen Erkennungsmitteln lässt sich freilich eine Differenz dieser Epithelzellen, aus denen sich so verschiedenartige Theile, wie Mark, Rinde, Cuticula und innere Wurzelscheide entwickeln, nicht erkennen. Die Annahme aber, dass sie durchaus indifferent, d. h. für untereinander gleichartig seien, scheint mir nicht erwiesen zu sein. Es ist das grade so als

1) Bonnet, Morphol. Jahrb. p. 351 u. a. a. O.

2) Atlas p. 38.

ob man die Furchungszellen des Eies, aus denen mit so unwandelbarer Naturnothwendigkeit ganz heterogene Gewebe sich bilden, für vollkommen gleichartig halten wollte, weil man noch keine Differenzirung an ihnen erkennen kann. Man müsste sich denn über alle Erscheinungen der Vererbung einfach hinwegsetzen. Ich kann daher weder der Meinung Heitzmann's¹⁾ beistimmen, der das neue Haar von den Residuen der innern Wurzelscheide entstehen lässt, noch vermag ich mich der Ansicht Unna's anzuschliessen, wonach der Rest der epithelialen Zellen jeden besondern Charakter verloren hätte, und die Entstehung des Ersatzhaares aus ganz indifferenten Zellen stattfände. Vielmehr glaube ich, dass Matrixzellen jeder Art, sowohl für das Mark, als für die Rinde, die Cuticula und die innere Wurzelscheide zurückbleiben und aus jeder besondern Art wieder das ihrem Charakter entsprechende Gebilde sich entwickelt.

Damit ist dann ja nicht ausgeschlossen, dass zugleich gewisse Druckverhältnisse die Zahl der Zellenlagen in den einzelnen Partien und ihre Formen beherrschen.

Nach vollständiger Entwicklung des neuen Haares treibt dies entweder das Kolbenhaar, nebst den eingekeilten, wohl meistens abgestorbenen Zellen der spindelförmigen Anschwellung zum Balge heraus, oder wo das nicht gelingt, bahnt es sich neben diesem einen Weg an die Oberfläche. Damit ist dann der Haarwechsel beendet.

II.

Ueber Differenzirungen verhornter Zellen. Vorstufen der Hornsubstanz.

Namentlich auf zwei verschiedenen Wegen ist es in neuerer Zeit gelungen zu zeigen, dass alle verhornte Zellen keineswegs in gleicher Weise gebaut und aus gleichartigem Material zusammengesetzt sind. Einmal ist es die Verdauungsmethode der wir diese Erkenntniss verdanken, sodann aber sind es gewisse Färbungen, die uns belehren, dass die Hornsubstanz allerlei interessante Modificationen eingehen kann.

Mit der zuerst genannten Methode arbeiteten besonders Waldeyer²⁾ und Unna. Den schönen Untersuchungen des ersteren

1) Microscopical Morphology, New-York 1883, p. 571.

2) Henle's Festgabe p. 149.

verdanken wir unsre Kenntniss des fibrillären Baues der Rindenzellen des Haares. Waldeyer wies nach, dass der Leib dieser Zellen sich in feinste Fibrillen differenzirt, die durch die Riffelfortsätze von Zelle zu Zelle zusammenhängen, während zwischen denselben eine interfibrilläre Kittsubstanz erhalten bleibt.

Auf der andern Seite gelang es Unna¹⁾ bei „genügend langer“ Einwirkung des verdauenden Ferments auf die Zellen des stratum corneum der Haut den ganzen Zellinhalt zu verdauen, sodass nur eine feine Hülse übrig blieb. Bei kürzerer Einwirkung zeigten sich in den angeschnittenen Hornzellen noch Reste des Zelleibes, „schleierartig zwischen der Hornmembran und dem Kernreste ausgespannt.“ Zu ähnlichen Resultaten kam auch Waldeyer l. c. bei der Untersuchung der Zellen der innern Wurzelscheide.

Während durch diese Untersuchungen Differenzirungen innerhalb der Zellen selbst nachgewiesen wurden, haben verschiedene Färbungsmethoden gezeigt, dass gewisse Schichten verhornter Zellen specifische Färbungsvermögen haben.

Besonders die verhornten Zellen der innern Wurzelscheide zeigen ganz charakteristische Reactionen. Unna²⁾ gelang es mit Jodmethylanilin und Jodviolett die innere Wurzelscheide sowie seine „basale Hornschicht“ der Oberhaut isolirt zu färben. In beiden Theilen „stossen die Zellen mit farblosen Rändern aneinander.“

Drei andre Farbenreactionen verdanken wir Flemming. Mit seiner bekannten Methode³⁾ zur Darstellung der Kerntheilungsfiguren erhielt er neben elastischen Fasern (bräunlichroth) die verhornte innere Wurzelscheide der Haare (lichtroth) gefärbt. Ferner fand er im Jodgrün⁴⁾ ein vorzügliches Färbemittel für diese Hornzellen, und schliesslich gelang es ihm durch Doppelfärbung³⁾ von Pikrokarmen und Hämatoxylin an Kalibichromikumpräparaten der innern Wurzelscheide eine brillant lichtblaue Färbung zu geben.

Von der Flemming'schen Methode ausgehend habe ich mit Safranin und Gentiana an den verschiedensten Horngeweben Färbungsversuche angestellt und bin zu dem Resultat gekommen, dass

1) Ziemssen's Handbuch Bd. XIV, p. 32.

2) Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. XII, p. 72.

3) Zeitschrift für mikr. Technik Bd. I, 1884, p. 349.

4) Monatshefte f. pr. Dermatologie II. Bd., Nr. 6.

Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. 30.

die verhornten Zellen im Grossen und Ganzen eine besondere Neigung haben sich mit Anilinfarbstoffen zu färben, ähnlich wie Holz und Kork der Pflanzen. Haarmark, Haarrinde, Cuticula, innere Wurzelscheide, stratum corneum der Haut, die verhornten Partien der Zunge, Nagel, Cornea, Federn und Hornschwamm (*Euspongia*), sie alle färben sich ganz oder theilweise prachtvoll intensiv mit Safranin und Gentiana. Alle diese Gewebe wurden in regressiver Weise gefärbt, und zwar so, dass sie mehrere Tage in concentrirter alkoholischer Lösung liegen blieben, dann ganz kurz in Alkohol, der nur schwach mit Salzsäure angesäuert war, entfärbt wurden. Die Färbung gelingt sowohl an Präparaten, die im Flemming'schen Gemisch, als auch an solchen, die in Kalibichromikum oder Alkohol gehärtet sind.

Ich vermag zwar nicht sicher zu entscheiden, ob dies merkwürdige Elektivvermögen der Hornsubstanzen für Anilinfarben in der morphologischen oder chemischen Beschaffenheit der verhornten Zellen begründet ist. Allein nach neuern Untersuchungen scheint mir das Letztere sehr wahrscheinlich zu sein (cf. Pfeffer über Anilinfarbenaufnahme, aus dem botanischen Institut in Tübingen). Von grösserm Interesse für die histologische Untersuchung scheint mir der Umstand zu sein, dass bei diesen Färbungen gewisse Differenzirungen auftreten, die bisher weniger berücksichtigt worden sind.

Um mit der Haarrinde zu beginnen, so fangen die Zellen derselben an, sich intensiv zu färben nachdem sie schon einige Zeit vollständige Spindelform angenommen haben, die eigentliche Matrix bleibt ganz farblos, abgesehen von den Kernen. Etwas über der Höhe der beginnenden Verhornung der Huxley'schen Schicht hört aber schon die Färbung wieder auf und zwar so, dass die dem Mark anliegenden Zellen noch etwas länger gefärbt bleiben wie die äusseren. Der eigentliche Haarschaft ist vollkommen farblos. An ganz dünnen Schnitten überzeugt man sich leicht bei starker Vergrösserung, dass sich nicht der ganze Zellenleib gefärbt hat, sondern nur die von Waldeyer auf andre Weise dargestellten Fibrillen, während die Zwischensubstanz weiss bleibt. Diese Färbung ist also sehr brauchbar zur Demonstration dieser Fibrillen. Eigenthümlich dabei ist, dass einzelne sehr lange Fibrillen, die 2, 3 und mehr Zellen durchlaufen, bis in die ungefärbte Matrix herunter gehen, wodurch es den Anschein gewinnt,

als ob die Haarrinde mit feinsten Fäserchen in ihrer Matrix wurzelte. Hier ist also die tingible Substanz offenbar ein Uebergang des lebenden Zelleibes zur vollständig verhornten Zelle. Ganz ähnlich verhält sich die Cuticula des Haares und dokumentirt sich auch dadurch als zum Haar gehörig. Auch ihre Zellen färben sich constant in der bei der Haarrinde markirten Höhe, während sie später vollständig farblos bleiben. Anders verhält sich das Mark, das sich ja auch durch seinen Gehalt an Keratohyalin vor den beiden eben erwähnten Haarpartien auszeichnet. Hier beginnt die Färbung bald darauf nachdem das Keratohyalin verschwunden ist und bleibt durch das ganze Haar bestehen. Dort wo die Zellen anfangen einzutrocknen und die Luft eintritt, die ohne Weiteres schwer zu beseitigen ist, verdeckt diese die Färbung. Zufälliger Weise fand ich bei Gelegenheit anderer Arbeiten, dass bei Haaren, die in den Leib von Kaninchen und Meerschweinchen gebracht waren, die Luft vollständig resorbirt wurde. Dies gelingt bekanntlich auch durch Eindringen von Flüssigkeit, namentlich ätherischer Oele, doch nicht so gut. Hier sieht man dann sehr schön, dass die eingetrockneten Markzellen durch das ganze Haar hindurch färbbar bleiben.

Ist das Haar im Begriff sich abzulösen, so gestalten sich die Verhältnisse etwas anders. Dieser Vorgang wird bei Anwendung der hier besprochenen Tinktionen zuerst dadurch bemerkbar, dass sich ausser den der Papille ansitzenden runden Zellen, die auch später persistiren, alle spindelförmigen Zellen intensiv färben.

Wie schon im ersten Theil erwähnt scheint durch die Sprödigkeit der Zellen, die durch diese Verhornung bedingt wird, die Aufzersetzung und Ablösung des Haarschaftes sich einzuleiten. Dieser selbst färbt sich in diesem Stadium nicht mehr. Nach der Bildung des Haarkolbens bleibt dieser allein, sowohl während der Aufzersetzung im Balg, als auch später, wenn er in der Wurzelscheidenanschwellung fixirt ist, tingibel. Er bleibt also auf der Uebergangsstufe der Verhornung stehen, bis zu seinem schliesslichen Ausfall.

Die Zellen der innern Wurzelscheide, sowie die des stratum corneum haben einen vom Haar ganz verschiedenen Verhornungstypus. Unna zog aus seinen durch Verdauung erhaltenen Resultaten, an den Zellen der Hornschicht der Haut, den Schluss, dass nur eine feine Membran wirklich aus Hornsubstanz bestehe, wäh-

rend der eigentliche Zelleib nicht verhornt sei. Diese Membranen sollen ohne Kittsubstanz durch ganz verkürzte, verhornte Riffelfortsätze mit einander in Verbindung stehen. Schon früher waren Köl liker und andere, auf Grund des eigenthümlichen Verhaltens der Zellen starken Säuren und schwacher Kalilauge gegenüber, zu ähnlichen Resultaten gelangt.

Bei meiner Färbung zeigt sich das Innere der Zelle an ganz dünnen Schnitten intensiv tingibel, während die äussere Membran vollkommen farblos bleibt. Die Grenzen sind ausserordentlich seharf. Setzt man zu einem solchen Präparat schwache Natronlauge, so sieht man in demselben Moment, wo die Farbe zerstört wird, wie der gefärbte innere Theil aufquillt und die farblose Membran vor sich hertreibt. Darnach besteht der farblose Streifen zwischen je zwei gefärbten Partien aus den beiden Hornmembranen plus den stark verkürzten Riffelfortsätzen und den zwischen diesen befindlichen feinsten Lücken, stellt also den unverdaulichen Theil des stratum corneum dar. Diese Färbung geht ganz gleichmässig durch die ganze Hornschicht und nur bei energischerer Entfärbung wird die mittlere Schicht des stratums zuerst farblos.

Aehnlich verhalten sich die Zellen der innern Wurzelscheide, auch ihr Inneres färbt sich soweit die Schicht verhornt ist intensiv und lässt eine allerdings schmalere äussere Zone farbloser Substanz erkennen.

Fragt man sich nach der Ursache dieser Verschiedenheit der verhornten Zellen, so ist die Antwort nur nach Vermuthung zu geben. Stratum corneum, innere Wurzelscheide und Mark des Haars stimmen in den beiden Punkten überein, dass sie alle drei keratohyalinhaltige tiefe Zellen besitzen und sich selbst in ihren ältesten Schichten intensiv färben. Es liegt nahe anzunehmen, dass die Verbindung des Keratohyalins mit dem Plasma der Zelle eine Substanz hervorbringt, die nur schwach verhornt und tingibel ist. Damit stimmt die Thatsache, dass der äussere Rand der Zellen des stratum granulosum, der zur Hornmembran wird, niemals Keratohyalin enthält. Möglicherweise könnte aber auch im stratum corneum die Verhornung des Innern der Zelle deshalb unvollkommen bleiben, weil die Hornmembran diese wie eine Keratinkapsel einschliesst, die die zur weiteren Verhornung nöthigen Ernährungssäfte abschliesst. Sehr wahrscheinlich scheint es mir zu sein, dass auch im stratum corneum, der innern Wurzelscheide und

im Haarmark, wie es sicher in der Rindensubstanz und der Cuticula der Fall ist, die tingible Substanz des Zelleibes eine Vorstufe der eigentlichen Verhornung darstellt. Allein es erhält sich nur dort diese Uebergangsstufe, wo vorher eine Keratohyalinbildung stattgefunden hat. In diesem Sinne möchte ich diese tingible Hornsubstanz im Gegensatz zum reifen Keratin als „Prokeratin“ bezeichnen, womit aber nicht gesagt sein soll, dass die Substanzen an den genannten Orten nicht noch untereinander verschieden sind, ebenso wie das Keratin ja ein Gemenge mehrerer Stoffe darstellt, cf. Hoppe-Seyler: Chemische Analyse p. 311.

Während demnach stratum corneum, innere Wurzelscheide und Haarmark eine Gruppe der Horngeewebe bilden, sind auf der andern Seite Haarrinde und Cuticula als zusammengehörig anzusehen. Sie besitzen wie es scheint kein Keratohyalin, ihre Hornsubstanz geht bald vom tingibeln Prokeratin zum Keratin über und die Verhornung muss als vollständige angesehen werden.

Der Nagel endlich bildet für sich eine dritte Abtheilung. Während am reifen Nagel kein Keratohyalin zu erkennen ist, scheint sich nach neuern sehr interessanten Mittheilungen von Zander¹⁾ die Waldeyer'sche Ansicht zu bestätigen, dass am embryonalen Nagel eine Körnchenbildung stattfindet, die vielleicht eine Modification des bis jetzt bekannten Keratohyalins bildet. Merkwürdig ist, dass der reife Nagel, der doch vollständig verhornt, soweit ich sehe ganz und gar tingibel ist, und sich auch dadurch von der Rindensubstanz des Haars wesentlich unterscheidet. Aus diesem Grunde lässt sich leider auch an diesem Gebilde durch die von mir angewandte Methode der Verhornungsprocess nicht weiter verfolgen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XI.

Fig. 1. Uebersichtsbild des Haares. Grösseres Haar aus der Schnauze des Meerschweinchens. a Papillenhaar. b Kolbenhaar (Unna's „Beethaar“). Die untern Theile der Rindensubstanz, das verhornte Mark und die verhornte innere Wurzelscheide (Henle'sche und

1) Archiv für Anat u. Physiol. 1886, Anat. Abthl.

Huxley'sche Schicht), sowie der Kolben des Kolbenhaars und das stratum corneum haben sich mit Anilinfarben tingirt (Prokeratin). c Anschwellung der äussern Wurzelscheide (Unna's „Haarbeet“) in der der Kolben sitzt. d Einschnürung der äussern Wurzelscheide um die der Nervenring verläuft. e Talgdrüsen.

- Fig. 2. Feiner Schnitt durch den Haarknopf, etwas schief. Die Markzellen nur theilweise getroffen. Man sieht wie die Rindensubstanzfibrillen in der Matrix wurzeln. Einzelne Kerntheilungen. Starke Vergrösserung.
- Fig. 3. Gefärbte Rindenfibrillen aus dem untern Theil des Haarschafts, die Form der Zellen gut erkennbar. Starke Vergrösserung.
- Fig. 4. Feines Kaninchenhaar, die Luft des Markes resorbirt, die eingetrockneten Markzellen intensiv gefärbt.
- Fig. 5. Kaninchenhaar im Querschnitt mit dreizeiligem Mark. Die drei Säulendurchschnitte des Marks sind intensiv gefärbt.
- Fig. 6. Stück aus dem stratum corneum der menschlichen Fingerbeere. Feiner Schnitt. Das Innere der Zellen ist intensiv gefärbt, die farblosen Membranen bilden ein bienenwabenartiges Horngerüst. Safraninfärbung.

Alle Präparate wurden gewonnen durch Behandlung des frischen Gewebes mit Chromosmiumessigsäure und Färbung mit Safranin oder Gentiana nach Flemming'scher Methode.